

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-168133

(43)Date of publication of application : 28.06.1990

(51)Int.Cl.

G01L 9/04

(21)Application number : 63-324550

(71)Applicant : HITACHI CONSTR MACH CO LTD

(22)Date of filing : 22.12.1988

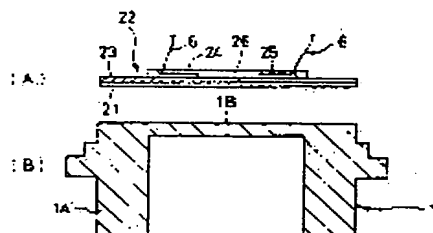
(72)Inventor : HATANO KAZUYOSHI  
TAMURA MORIO  
HASHIMOTO HISANORI  
SATO FUJIO  
ICHIYANAGI TAKESHI

## (54) STRESS SENSOR FOR MANUFACTURE THEREOF

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To improve precision and durability by a method wherein a metal thin plate having a strain detecting element formed thereon is joined to a strain-generating part of a diaphragm made of metal.

**CONSTITUTION:** A metal thin plate 21 is formed by using SUS 630, for instance, and a strain detecting element 22 is formed on the upper surface of the thin plate 21. A vacuum evaporation method, a sputtering method or the like being used for forming the strain detecting element 22, an insulating film 23 of SiO<sub>2</sub>, SiC or the like is formed on the thin plate 21, semiconductor strain gages 24 and 25 are formed on the insulating film 23 thereafter, and then a pattern is formed by a photolithography method. Next, the thin plate 21 is joined by diffusion on a strain detecting element 1B of a diaphragm 1 made of metal. Concretely, the thin plate 21 is put on the strain detecting element 1B and heated in vacuum by a temperature of about 300° C being much lower than a heating temperature for crystallization. Thereby the thin plate 21 is fixed directly and firmly to the diaphragm 1. The precision and durability can be improved in this way.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## ⑫ 公開特許公報(A) 平2-168133

⑤ Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)6月28日

G 01 L 9/04

1 0 1

7507-2F

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全7頁)

⑭ 発明の名称 応力センサ及びその製造方法

⑮ 特 願 昭63-324550

⑯ 出 願 昭63(1988)12月22日

⑰ 発 明 者 波 多 野 和 好 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社土浦工場内

⑰ 発 明 者 田 村 盛 雄 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社土浦工場内

⑰ 発 明 者 橋 本 久 儀 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社土浦工場内

⑰ 発 明 者 佐 藤 藤 男 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社土浦工場内

⑰ 出 願 人 日立建機株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番2号

⑰ 代 理 人 弁理士 広瀬 和彦  
最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

応力センサ及びその製造方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 起歪部を有する金属製ダイヤフラムと、下面側が該金属製ダイヤフラムの起歪部に接合された金属薄板と、該金属薄板の上面側に形成された半導体歪ゲージを含む歪検出部とから構成してなる応力センサ。

(2) 金属薄板の上面側に予め歪検出部を成膜した後、前記金属薄板を金属製ダイヤフラムの起歪部に接合するようにしてなる応力センサの製造方法。

(3) 前記金属薄板は前記金属製ダイヤフラムの起歪部に拡散接合するようにした特許請求の範囲

(2) 項記載の応力センサの製造方法。

(4) 前記金属薄板は前記金属製ダイヤフラムの起歪部に接着剤によって接合するようにした特許請求の範囲(2)項記載の応力センサ。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は、例えば土木・建設機械の構成部材の応力歪の測定、その他各種機械の応力の測定に用いられる応力センサ及びその製造方法に関する。

## 〔従来の技術〕

一般に、圧力センサ、ひずみセンサ、トルクセンサ、荷重センサ等として適用される応力センサには、金属ゲージ、半導体歪ゲージが用いられている。これらのうち、特に後者の半導体歪ゲージは前者の金属ゲージに比較してゲージ率が大きく、僅かな機械的歪みに対して大きな抵抗値変化を発生させることができることから、近時広く利用されている。

そこで、これら応力センサのうち従来技術による油圧機器用ダイヤフラム式圧力センサについて、第5図ないし第7図を参照しつつ述べる。

図において、1は例えばSUS630等からなる金属製ダイヤフラムで、該ダイヤフラム1は中空筒体をなし、外周にフランジが周設された基部1Aと、該基部1Aの図中上側の軸端側を閉塞す

るように一体に形成された起歪部1Bとからなっており、該起歪部1Bの一側面、図中では下側面は矢示方向からの液圧を受承する受圧面1B、になり、図中上側の他側面は後述する歪検出部2を形成する歪検出部形成面1B<sub>1</sub>になっている。

2は前記ダイヤフラム1の起歪部1Bに形成された歪検出部、3は該歪検出部2を構成する絶縁膜で、該絶縁膜3は例えばSiO<sub>2</sub>、SiC、SiN<sub>x</sub>等を真空蒸着法、スパッタ法等の適宜の成膜技術により、起歪部1Bの歪検出部形成面1B<sub>1</sub>に厚さが数μmの薄膜状に形成されている。4、5は前記絶縁膜3の上側面に形成された蒸着型半導体歪ゲージで、該半導体歪ゲージ4、5は例えばP-CVD法（プラズマCVD法）によって絶縁膜3上に薄膜状に形成したケイ素基板にリン又はホウ素の不純物をドーピングしてゲージ用薄膜を形成した後、ホトリソグラフィ法によりパターン形成されており、外力を受けて歪んだときに比抵抗が変化するピエゾ抵抗素子として構成されている。そして、該半導体歪ゲージ4、

5には配線6、6の各一端側が接続されると共に、該半導体歪ゲージ4、5及び絶縁膜3からなる歪検出部2はSiN膜或いはSiO<sub>2</sub>膜からなるパッシベーション膜7によって被膜されている。

8は合成樹脂によって有蓋筒体状に形成され、天面部8Aに配線導出穴9、9が形成されたターミナルベースで、該ターミナルベース8はパッシベーション膜7で覆われた歪検出部2を更に覆うようにダイヤフラム1に固着されている。そして、該ターミナルベース8の天面部8A外面に設けられた接続端子10、10には、前記配線6、6の他端側が接続されると共に、外付のホイートストンブリッジ回路等に先端側が接続されるリード線11、11の基端側がそれぞれ接続されている。

更に、12はターミナルベース8の外周側を囲むようにダイヤフラム1のフランジ部に嵌着された外カバーで、該外カバー12内はターミナルベース8を密封するように絶縁性樹脂13によって

モールドされている。

従来技術の圧力センサは上述の如く構成されており、リード線11、11に接続されたホイートストンブリッジ回路に電圧計、電流計等の測定器を接続し、ダイヤフラム1の起歪部1Bの歪を測定する。即ち、ダイヤフラム1の起歪部1Bに対して矢示A方向から液圧が作用しない無負荷状態の場合には、歪ゲージ4、5が歪んでその比抵抗が変化することがないから、リード線11、11間に電位差は生じなく、測定器側に電流は流れない。一方、ダイヤフラム1に液圧が作用して起歪部1Bが変形し、歪ゲージ4、5が歪むと各々の比抵抗が変化する結果、リード線11、11間に電位差が生じて電流が流れるため、測定器により歪を測定することができる。

かくして、従来技術による圧力センサは、ダイヤフラム1と該ダイヤフラム1の起歪部1B上に設けた歪検出部2とから大略構成されており、歪検出部2の絶縁膜3と半導体歪ゲージ4、5、パッシベーション膜7等は真空蒸着法、スパッタ

法、気相成長法等の薄膜成形法及びホトリソグラフィ法等のパターン成形法からなる半導体製造技術によって成形するようになっている。

〔発明が解決しようとする課題〕

叙上の如く、従来技術の圧力センサは例えばSUS630を用いた金属製ダイヤフラム1の起歪部1B上に、SiO<sub>2</sub>、SiC、SiN<sub>x</sub>等からなる絶縁膜3及びP・Siの結晶体からなる半導体歪ゲージ4、5等の歪検出部2を成膜するが、これらは金属製ダイヤフラム1より熱膨張係数の小さい薄膜を多層状に成膜する構造になっている。

しかるに、P・Siゲージ膜を結晶質化し、ピエゾ抵抗効果を有する半導体歪ゲージ4、5を形成するには約550°Cに加熱するため、金属製ダイヤフラム1上にこれと熱膨張係数の異なる絶縁膜3及び半導体歪ゲージ4、5を、クリーブや剝離現象の生じないように確実に成膜することは、応力センサの製造技術上極めて重要な問題点である。また、センサとして使用中に受ける外力に対

して損傷を起こさないように成膜する必要がある。

ところで、建設機械用油圧機器の常圧である  $300 \text{ kgf/cm}^2$  以上の圧力を圧力センサで検出し、しかも起歪部 1 B の歪量を  $1000$  マイクロ以下にするためには、第 6 図に示すように起歪部 1 B の厚さ  $t$  を  $1 \text{ mm}$  以上にする必要がある。

一方、歪検出部 2 を形成するために起歪部 1 B 上に  $\text{SiO}_2$  膜の絶縁膜 3 及び半導体歪ゲージ 4、5 用の P・Si ゲージ膜を成膜する際の引張り熱応力を第 7 図で見ると、起歪部 1 B の厚さ  $t$  が  $1 \text{ mm}$  以上ある場合には歪ゲージ膜には約  $100 \text{ kgf/cm}^2$  の引張り熱応力が作用することになり、歪ゲージ膜が局部的に剥離したり、クリープが生じたりする恐れがある。他面、第 7 図から知られるように、起歪部 1 B の厚さ  $t$  が  $0.5 \text{ mm}$  以下になると、絶縁膜 3 及び歪ゲージ膜の熱応力は急激に低下している。

従って、ピエゾ抵抗効果を有する歪ゲージ膜を成膜する過程で、クリープや剥離が生じないよう

板の上面側に予め歪検出部を成膜した後、前記金属薄板を金属製ダイヤフラムの起歪部に接合するようにしたものである。

さらに、接合手段として拡散接合、接着等が可能である。

#### 〔作用〕

このように構成することにより、金属薄板の板厚を可及的に薄くすることが可能となるから、半導体歪ゲージを結晶質化する過程で熱処理を施しても、引張り熱応力を極めて小さくすることができる。この結果、金属製ダイヤフラムの起歪部に金属薄板に接合した状態では、金属製ダイヤフラムの肉厚に関係せず引張り熱応力をほぼ一定としうるから、該ダイヤフラムの起歪部の肉圧を変えずに歪検出部に対する引張り熱応力を低減することができる。高圧な応力、圧力、ひずみ等の検出ができる。

#### 〔実施例〕

以下、本発明の実施例を第 1 図ないし第 4 図に基づき詳述する。なお、前述した従来技術の構成

に引張り熱応力を  $50 \text{ kgf/cm}^2$  にするためには、起歪部 1 B の厚さ  $t$  を  $0.5 \text{ mm}$  以下に設定しなければならないことになる。

しかし、かくしては、強度上高圧の油圧機器用圧力センサとしては使用できないという問題があるし、金属性ダイヤフラム 1 の起歪部 1 B を  $0.1 \sim 0.5 \text{ mm}$  の厚さに成形することは製造上極めて困難であるという問題点がある。

本発明は上述した従来技術の問題点に鑑みなされたもので、金属製ダイヤフラムの起歪部の厚さを変えずに、しかも剥離現象やクリープが生じない歪検出部を有する応力センサ及びその製造法を提供することにある。

#### 〔課題を解決するための手段〕

上述した課題を解決するために構成された本発明の応力センサは、起歪部を有する金属製ダイヤフラムと、下面側が該金属製ダイヤフラムの起歪部に接合された金属薄板と、該金属薄板の上面側に形成された歪検出部とからなる。

また、本発明の応力センサの製造方法は金属薄

要素と同一の構成要素に同一符号を付し、その説明を省略する。

第 1 図ないし第 3 図は第 1 の実施例を示す。図において、21 は金属薄板で、該金属薄板 21 は金属製ダイヤフラム 1 と同一または同程度の強度（ヤング率  $E$ ）と熱膨張係数（ $\alpha$ ）とを有する材料、例えば SUS 630、SUS 403 により、厚さ  $t$  が  $0.5 \text{ mm}$  以下で金属製ダイヤフラム 1 の上面を全面的に覆う薄板状に形成されている。22 は前記金属薄板 21 を金属製ダイヤフラム 1 の歪検出部形成面 1 B に接合させる前に、該金属薄板 22 の上面に予め形成された歪検出部で、該歪検出部 22 は金属薄板 21 の上面を全面的に覆うように P-CVD 法によって成膜された  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{SiN}$  等の絶縁膜 23 と、該絶縁膜 23 上に同様にして成膜した歪ゲージ膜をパターンニングして成形した半導体歪ゲージ 24、25 とから構成されており、該各半導体歪ゲージ 24、25 はパッシベーション膜 26 によって覆われている。

そして、上述の如く亜検出部22が形成された金属薄板21は例えば拡散接合の方法によって金属製ダイヤフラム1の亜検出部形成面1B<sub>2</sub>に固着されている。

本実施例の圧力センサは上述の構成からなるが、次にその製造方法について説明する。

まず、例えばSUS630を用いて厚さ $t'$ が0.5mm以下、好ましくは0.02～0.1mm程度の金属薄板21を成形する。次に、該金属薄板21の上面に亜検出部22を形成する。該亜検出部22の形成には従来技術による亜検出部2の成形方法と同様に、P-CVD法、真空蒸着法、スパッタ法等が用いられ、まず金属薄板21上にSiO<sub>2</sub>、SiC、SiN<sub>x</sub>等の絶縁膜23を成膜した後、該絶縁膜23上に半導体歪ゲージ24、25を成膜し、ホトリソグラフィ法によってパターン形成を行なう(第2図(A)参照)。

上述した半導体歪ゲージ24、25は450℃以下では非結晶質状態のものであるから、これに熱処理を加えて結晶質化する。この場合の加熱温

度は450～650℃、特に好ましくは500～600℃の範囲が適当である。

なお、金属薄板21上に亜検出部21を成膜するに際し、該金属薄板21の温度を450～650℃のプラズマ雰囲気下で成膜し、結晶質な歪ゲージ膜を形成してもよい。

一方、第1行程として金属薄板21の温度を300℃以下のプラズマ雰囲気下で非結晶質な歪ゲージ膜を成膜し、第2行程として450～650℃で熱処理を加え、ピエゾ抵抗効果を持つように結晶質化してもよい。

上述の如くして金属薄板21上に亜検出部22を形成したら、最後に、該金属薄板21を第2図(B)のように形成された金属製ダイヤフラム1の亜検出部1B上に拡散接合する。即ち、起歪部1Bの亜検出部形成面1B<sub>2</sub>上に金属薄板21を載置し、真空中で前述した結晶質化のための加熱温度よりも遥かに低温の300℃程度で加熱する。これによって金属薄板21と金属製ダイヤフラム1は直接強固に固着し、第1図に示すような

本実施例の圧力センサが製造される。

なお、上述した拡散接合法は金属同士を直接接合するものであるから、接着剤よりも強い接合力を得ることができるし、接着剤の層が形成されない分だけ起歪部1Bと亜検出部22の全体の厚さが薄くなるという利点があるが、該拡散接合に代えて接着剤を用いてもよいことは勿論である。

以上詳述した方法により製造される本実施例の圧力センサによれば、金属薄板21に亜検出部22を成膜し、その後該金属薄板を金属製ダイヤフラム1の起歪部1Bに接合する構成としたから、金属薄板21は亜検出部22の成膜行程または結晶質化のための加熱行程に耐える板厚、具体的には厚さ $t'$ が0.5mm以下、好ましくは0.02～0.1mmのものでよい。

この結果、金属薄板21に亜検出部22を成膜し、この際半導体歪ゲージ24、25を結晶質化すべく500～600℃の熱処理を加えても、該半導体歪ゲージ24、25に剥離現象やクリープが生じることがない。

かくして、金属製ダイヤフラム1と金属薄板21とを接合した状態では、該ダイヤフラム1の厚さ $t$ と金属薄板21の厚さ $t'$ の各厚さの合計を $t''$ とした場合、これら合計の厚さ $t''$ と引張り熱応力との関係は第3図のようになる。即ち、金属薄板21の厚さ $t'$ は0.5mm以下であるから、実質的には金属製ダイヤフラム1の厚さが1～4mmになっても、半導体歪ゲージ24、25の歪ゲージ膜の引張り熱応力はほぼ一定で、かつ従来技術に比較して2分の1以下に低減することができる。従ってクリープや剥離現象が生じない信頼性に富んだ応力センサとすることができる。

次に、第4図は本実施例の変形例に係る応力センサを示し、該圧力センサの特徴はフランジのない基部31Aと起歪部31Bとからなる金属製ダイヤフラム31に予め亜検出部22を形成した金属薄板21を接合したことにある。このためターミナルベース32の周壁32A内周面32A<sub>1</sub>と外周面32A<sub>2</sub>に、段部33、34を形成し、周壁32Aの内周面32A<sub>1</sub>が絶縁膜23及び金属薄

板21の外周側に嵌合し、外周面32Aには外カバー35が嵌合するようになっている。

変形例の圧力センサは上述の如く構成されるが、圧力センサとしての作用自体は実施例のものと異なることはないから、その説明は省略する。

なお、前記実施例では、歪検出部22を構成する半導体歪ゲージをP-CVD法とホトリソグラフィ法とを用いて成形するものとして述べたが、該P-CVD法に代えてPVD法を用いてもよい。また、実施例の圧力センサは液圧の他、ガス圧等も対象にできる。

#### 〔発明の効果〕

本発明は以上詳述した如くであって、歪検出部を形成した金属薄板を金属製ダイヤフラムの起歪部に接合することにより、起歪部の肉厚を減少させることなくクリープや剥離現象のない歪検出部を成形できるから、高圧の油圧機器用圧力センサに用いることができるし、高精度で耐久性に優れた信頼性の高い応力センサにすることができる。

部、23…絶縁膜、24、25…半導体歪ゲージ。

特許出願人 日立建機株式会社  
代理人 井理士 広瀬和彦

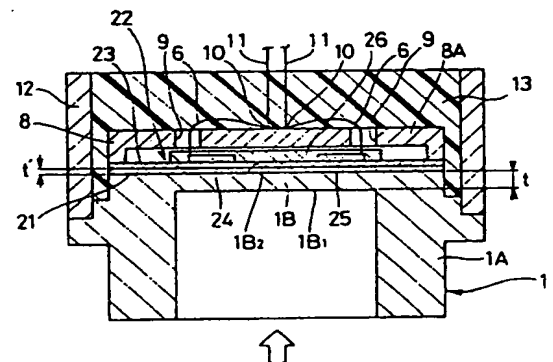
また、金属製ダイヤフラムの起歪部を薄肉に形成する必要がないから、該ダイヤフラムの製造が容易であり、製造コストの低減を実現できる。

#### 4. 図面の簡単な説明

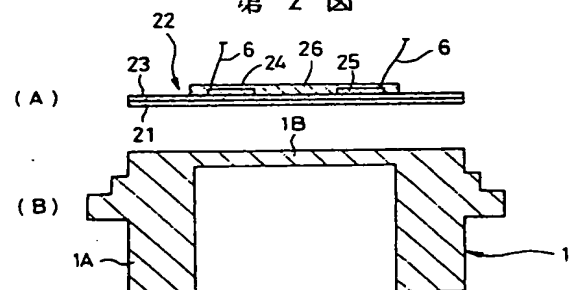
第1図ないし第4図は本発明の実施例に係り、第1図は圧力センサの縦断面図、第2図は接合前の状態を示し、第2図(A)は金属薄板側の縦断面図、第2図(B)は金属ダイヤフラム側の縦断面図、第3図はダイヤフラムの起歪部及び金属薄膜を合計した厚さと歪検出部に対する引張り熱応力との関係を示す線図、第4図は実施例の変形例に係る圧力センサの縦断面図、第5図ないし第7図は従来技術に係り、第5図は従来技術による圧力センサの縦断面図、第6図はダイヤフラムの起歪部の厚さを変えた場合の圧力と重量の変化を示す線図、第7図はダイヤフラムの起歪部厚さと歪検出部に対する引張り熱応力との関係を示す線図である。

1、31…金属製ダイヤフラム、1B、31B…起歪部、21…金属薄板、22…歪検出

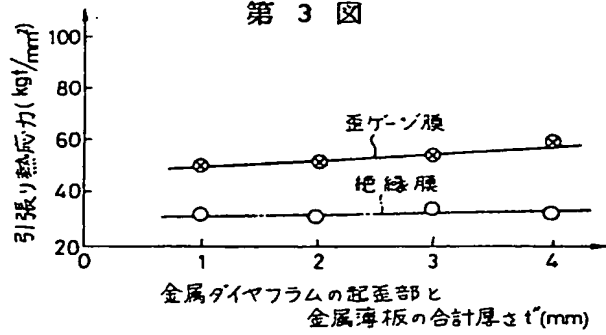
第1図



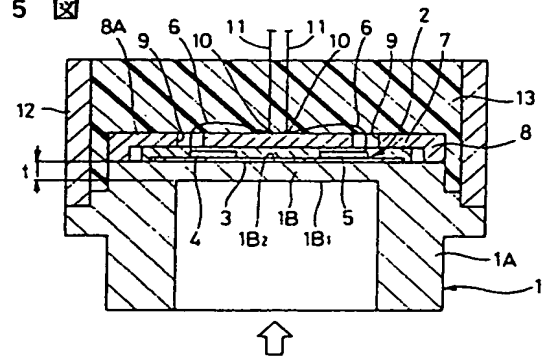
第2図



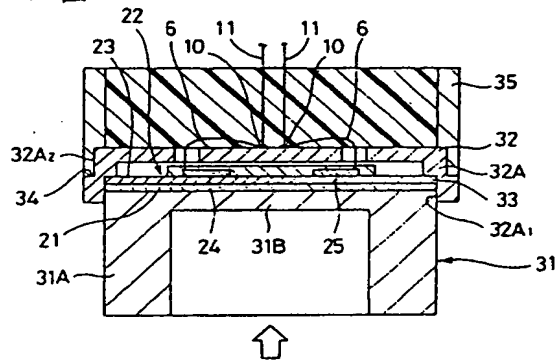
第 3 図



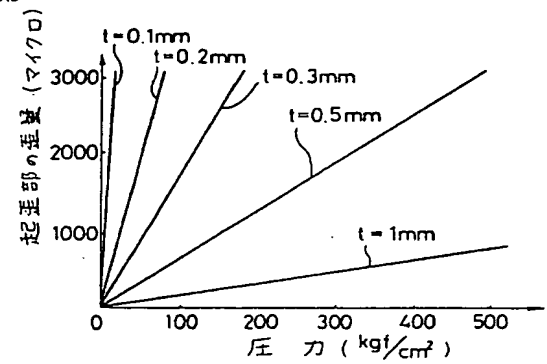
第 5 図



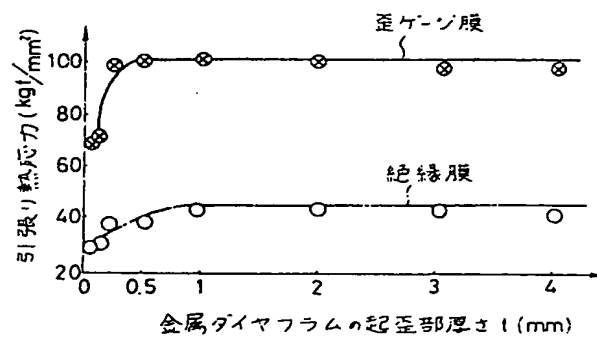
第 4 図



第 6 図



第 7 図



第1頁の続き

⑫発 明 者

一 柳

健

茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社土浦工場  
内



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**